

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-323832

(43)Date of publication of application : 22.11.2001

(51)Int.Cl.

F02D 41/22

F02B 1/12

F02D 41/02

F02D 41/34

F02D 45/00

(21)Application number : 2000-143850

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 16.05.2000

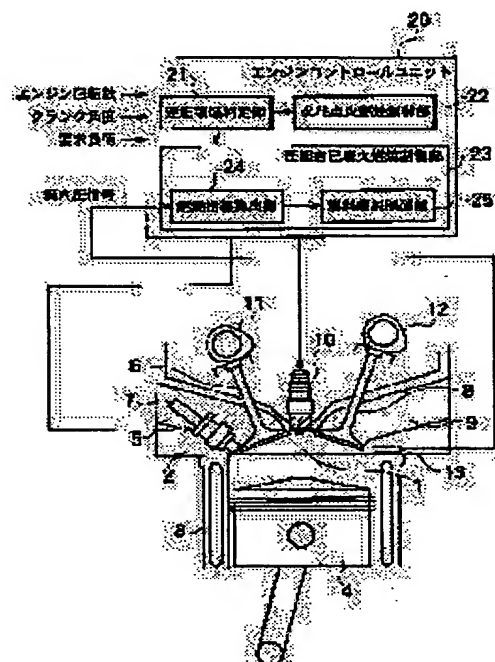
(72)Inventor : URUSHIBARA TOMONORI
YOSHIZAWA YUKIHIRO
HIRATANI KOJI

(54) COMPRESSION SELF-IGNITION TYPE GASOLINE ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control the main combustion timing of air-gasoline mixture by only controlling a stratified state of the mixture, and expand a self-ignition operation area to a high load area.

SOLUTION: A fuel injection valve 7 is installed so as to face a combustion chamber 1. An operation area judging part 21 judges an operation area based on engine speed and a request load, and judges which combustion should be conducted of usual spark ignition combustion and compression self-ignition combustion. A combustion index calculating part 24 of a compression self-ignition combustion control part 23 calculates either one of the maximum value of a cylinder inner pressure increasing rate, the maximum cylinder inner pressure, the time maximizing the cylinder inner pressure, and cylinder inner air-column vibration amplitude as an index for indicating the speed or the timing of combustion, based on a cylinder inner pressure signal detected with a cylinder inner pressure sensor 13. On the basis of a calculated result, a fuel injection control part 25 controls the amount or the timing of first fuel injection, the amount or the timing of second fuel injection, and controls the stratified state of the mixture.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

30.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-323832

(P2001-323832A)

(43) 公開日 平成13年11月22日 (2001.11.22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターミット [*] (参考)	
F 0 2 D 41/22	3 3 0	F 0 2 D 41/22	3 3 0 B	3 G 0 2 3
	3 3 5		3 3 5 B	3 G 0 8 4
F 0 2 B 1/12		F 0 2 B 1/12		3 G 3 0 1
F 0 2 D 41/02	3 5 1	F 0 2 D 41/02	3 5 1	
41/34		41/34	E	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2000-143850 (P2000-143850)

(22) 出願日 平成12年5月16日 (2000.5.16)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 漆原 友則

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(72) 発明者 ▲吉▼沢 幸大

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外8名)

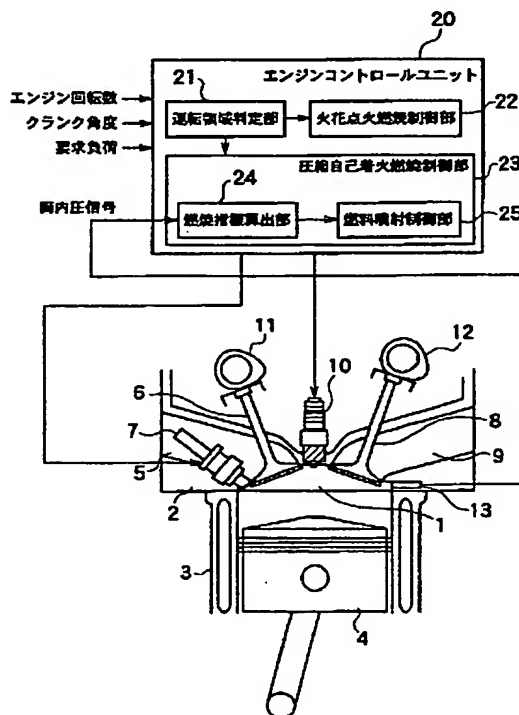
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧縮自己着火式ガソリン機関

(57) 【要約】

【課題】 ガソリン混合気の成層状態の制御のみで混合気の主燃焼時期をコントロールし、自己着火運転領域を高負荷域に拡大する。

【解決手段】 燃料噴射弁7は燃焼室1に面して設けられる。運転領域判定部21はエンジン回転数及び要求負荷から運転領域を判定し、通常の火花点火燃焼を行うか、圧縮自己着火燃焼を行うかを判定する。圧縮自己着火燃焼制御部23の燃焼指標算出部24は、筒内圧センサ13が検出した筒内圧信号に基づいて、燃焼の速度または時期を表す指標として、筒内圧力上昇率の最大値、最大筒内圧力、筒内圧力が最大となる時期、筒内気柱振動振幅のいずれかを算出する。この算出結果で燃料噴射制御部25は燃料噴射弁7からの1回目燃料噴射量または時期、2回目燃料噴射量または時期を制御し、混合気の成層状態を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも部分負荷運転において、ガソリンを圧縮自己着火燃焼させる圧縮自己着火式ガソリン機関において、

燃焼室に面して設置された燃料噴射弁と、
燃焼の速度または時期を表す指標を検出するセンサと、
少なくとも部分負荷運転において、圧縮行程中に1度、それに先立つ排気行程終了後から前記圧縮行程中噴射に至るまでの間に1度、合計少なくとも2度の噴射を行なうとともに、前記センサから得られた前記指標に基づいて前記2度の燃料噴射の量と時期の少なくとも1つを制御する燃料噴射制御手段と、
を備えたことを特徴とする圧縮自己着火式ガソリン機関。

【請求項2】 前記センサは、筒内圧力センサであり、前記燃焼の速度または時期を表す指標とは、筒内圧力の上昇率、筒内圧力の最大値、該最大値をとる時期、または筒内圧力の振動振幅のいずれかであることを特徴とする請求項1記載の圧縮自己着火式ガソリン機関。

【請求項3】 前記センサはノックセンサであり、前記燃焼の速度または時期を表す指標とは、筒内圧力の振動振幅であることを特徴とする請求項1記載の圧縮自己着火式ガソリン機関。

【請求項4】 前記燃焼の速度または時期を表す指標に基づいて制御される対象は、前記2度目の燃料噴射量であって、燃焼の速度が大または燃焼の時期が早と判断されたときは2度目の燃料噴射量を減少させることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載の圧縮自己着火式ガソリン機関。

【請求項5】 前記燃焼の速度または時期を表す指標に基づいて制御される対象は、前記2度目の燃料噴射時期であって、燃焼の速度が大または燃焼の時期が早と判断されたときは2度目の燃料噴射時期を進角させることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載の圧縮自己着火式ガソリン機関。

【請求項6】 前記燃焼の速度または時期を表す指標に基づいて制御される対象は、前記1度目の燃料噴射量であって、燃焼の速度が大または燃焼の時期が早と判断されたときは1度目の燃料噴射量を減少させることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載の圧縮自己着火式ガソリン機関。

【請求項7】 前記燃焼の速度または時期を表す指標に基づいて制御される対象は、前記1度目の燃料噴射時期であって、燃焼の速度が大または燃焼の時期が早と判断されたときは1度目の燃料噴射時期を進角させることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載の圧縮自己着火式ガソリン機関。

【請求項8】 前記1度目の燃料噴射量と前記2度目の燃料噴射量の合計は、機関負荷に応じて一定であることを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれか1項記

載の圧縮自己着火式ガソリン機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、少なくとも部分負荷運転においてガソリンを燃料として圧縮自己着火燃焼させる圧縮自己着火式ガソリン機関に係り、特に燃焼の速度または時期を最適化した圧縮自己着火式ガソリン機関に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の圧縮自己着火式機関としては、例えば特開平10-196424号公報に示されるものがある。この例は、圧縮自己着火式ガソリン機関の燃焼開始時期をコントロールするため、燃焼室に面して設けたサブピストンによる付加的圧縮、又は着火油の噴射によって付加的な温度上昇を与え、圧縮上死点付近に燃焼開始時期がくるようコントロールしようとする技術である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来の技術は、サブピストンによる付加的な圧縮、或いは着火油の噴霧燃焼による未燃混合気温度の上昇を利用する構成となっていたため、装置の構造が複雑なため部品点数が増加し、高度な製造技術を必要としたり、保守性が悪化するという問題点があった。

【0004】また、サブピストンを利用する場合にはSV比の増大による燃費・排気性能の悪化を招くという問題点があった。さらに、着火油を使用する場合には排気スモークとNOxが発生するという問題点があった。

【0005】以上の問題点に鑑み本発明の目的は、ガソリン混合気の成層状態の制御のみで混合気の主燃焼時期をコントロールし、主として自己着火運転領域を高負荷域に拡大することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1の発明は、少なくとも部分負荷運転において、ガソリンを圧縮自己着火燃焼させる、圧縮自己着火式ガソリン機関において、燃焼室に面して設置された燃料噴射弁と、燃焼の速度または時期を表す指標を検出するセンサと、少なくとも部分負荷運転において、圧縮行程中に1度、それに先立つ排気行程終了後から前記圧縮行程中噴射に至るまでの間に1度、合計少なくとも2度の噴射を行なうとともに、前記センサから得られた前記指標に基づいて前記2度の燃料噴射の量と時期の少なくとも1つを制御する燃料噴射制御手段と、を備えたことを要旨とする。

【0007】上記目的を達成するため、請求項2の発明は、請求項1記載の圧縮自己着火式ガソリン機関において、前記センサは、筒内圧力センサであり、前記燃焼の速度または時期を表す指標とは、筒内圧力の上昇率、筒内圧力の最大値、該最大値をとる時期、または筒内圧力の振動振幅のいずれかを含むことを要旨とする。

【0008】上記目的を達成するため、請求項3の発明は、請求項1記載の圧縮自己着火式ガソリン機関において、前記センサはノックセンサであり、前記燃焼の速度または時期を表す指標とは、筒内圧力の振動振幅であることを要旨とする。

【0009】上記目的を達成するため、請求項4の発明は、請求項1記載の圧縮自己着火式ガソリン機関において、前記燃焼の速度または時期を表す指標に基づいて制御される対象は、前記2度目の燃料噴射量であって、燃焼の速度が大または燃焼の時期が早と判断されたときは2度目の燃料噴射量を減少させることを要旨とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載の圧縮自己着火式ガソリン機関。

【0010】上記目的を達成するため、請求項5の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載の圧縮自己着火式ガソリン機関において、前記燃焼の速度または時期を表す指標に基づいて制御される対象は、前記2度目の燃料噴射時期であって、燃焼の速度が大または燃焼の時期が早と判断されたときは2度目の燃料噴射時期を進角させることを要旨とする。

【0011】上記目的を達成するため、請求項6の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載の圧縮自己着火式ガソリン機関において、前記燃焼の速度または時期を表す指標に基づいて制御される対象は、前記1度目の燃料噴射量であって、燃焼の速度が大または燃焼の時期が早と判断されたときは1度目の燃料噴射量を減少させることを要旨とする。

【0012】上記目的を達成するため、請求項7の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載の圧縮自己着火式ガソリン機関において、前記燃焼の速度または時期を表す指標に基づいて制御される対象は、前記1度目の燃料噴射時期であって、燃焼の速度が大または燃焼の時期が早と判断されたときは1度目の燃料噴射時期を進角させることを要旨とする。

【0013】上記目的を達成するため、請求項8の発明は、請求項1ないし請求項7のいずれか1項記載の圧縮自己着火式ガソリン機関において、前記1度目の燃料噴射量と前記2度目の燃料噴射量の合計は、機関負荷に応じて一定であることを要旨とする。

【0014】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、センサによって燃焼の速度又は時期を表す指標を検出し、この検出された指標に基づいて、複数回の燃料噴射の量と時期の少なくとも1つを制御する構成としたため、ガソリン以外の燃料を使用することなく、燃焼状態に応じて混合気の成層状態を最適に制御することで主燃焼時期をコントロールでき、自己着火運転領域を高負荷域に拡大できるという効果がある。

【0015】請求項2の発明によれば、請求項1の発明の効果に加えて、筒内圧センサで検出した筒内圧力の上

昇率、筒内圧力の最大値、該最大値をとる時期、または筒内圧力の振動振幅値のいずれかを含むようにしたので、圧縮自己着火式ガソリン機関を高負荷域で使用する際に問題となる最大筒内圧力、燃焼加振騒音、または燃焼室内気柱振動音（ノッキング音）を抑制しながら、自己着火運転範囲を高負荷領域へ拡大することができるという効果がある。

【0016】請求項3の発明によれば、ノックセンサで筒内圧力の振動振幅値、即ち燃焼室内気柱振動の強さを検出し、混合気の成層状態にフィードバックする構成としたため、自己着火運転を高負荷域で使用する際に問題となる燃焼室内気柱振動音を抑制しながら、自己着火運転範囲を高負荷化できる。また筒内圧センサに比べて安価なノックセンサを使用することが可能となる。

【0017】請求項4の発明によれば、前記指標に基づいて2度目の燃料噴射量を制御する構成としたため、ガソリン混合気のみで主燃焼時期をコントロールでき、自己着火運転領域を高負荷域に拡大できる。この拡大された高負荷自己着火燃焼域にて燃焼の安定度も最も高くできる。

【0018】請求項5の発明によれば、前記指標に基づいて2度目の燃料噴射時期を制御する構成としたため、ガソリン混合気のみで主燃焼時期をコントロールでき、自己着火運転領域を高負荷域に拡大できる。この時、排出NO_xの悪化を比較的小さくとどめることができる。

【0019】請求項6の発明によれば、前記指標に基づいて1度目の燃料噴射量を制御する構成としたため、ガソリン混合気のみで主燃焼時期をコントロールでき、自己着火運転領域を高負荷域に拡大できる。この時、排出NO_xの悪化を最小限にとどめることができる。

【0020】請求項7の発明によれば、前記指標に基づいて1度目の燃料噴射時期を制御する構成としたため、ガソリン混合気のみで主燃焼時期をコントロールでき、自己着火運転領域を高負荷域に拡大できる。この時、排出NO_xの悪化を最小限にとどめることができる。

【0021】請求項8の発明によれば、1度目の燃料噴射量と2度目の燃料噴射量との合計を機関負荷に応じて一定としたため、センサが検出した燃焼に関する指標に基づいて1度目または2度目の燃料噴射量をフィードバック制御しても同一機関負荷に対しては燃料噴射量の合計が一定となり、定常運転時の軸トルク変動を少なくし、運転性を向上させることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、この発明を図面に基づいて説明する。図1は、本発明に係る圧縮自己着火式ガソリン機関の一実施形態を示すシステム構成図である。

【0023】図1において、燃焼室1は、シリンダヘッド2と、シリンダブロック3とピストン4により形成されている。シリンダヘッド2には、吸気ポート5とこれら吸気ポート5を開閉する吸気バルブ6、および吸気

ポート5と対向的に配置された排気ポート9とこれら排気ポート9を開閉する排気バルブ8を備えている。

【0024】吸気バルブ6と排気バルブ8は、それぞれ吸気カム11と排気カム12を介して図外のパルプ駆動系により開閉される。

【0025】またシリンダヘッド2には、燃焼室内に直接燃料を噴射可能な燃料噴射弁7、および火花点火燃焼時にスパーク点火を行うための点火プラグ10が設けられている。

【0026】符号13は筒内圧力を検出する筒内圧センサ、または、筒内気柱振動を検出するノックセンサである。筒内圧センサの場合、半導体圧力センサを用いることができるが、シリコンチップが直接高温に曝されないように、金属製隔離ダイヤフラムと適当な長さの作用力伝達ロッドを用いて、筒内圧力をシリコンダイヤフラムに伝達すればよい。

【0027】エンジンコントロールユニット（以下、ECUと略す）20には、エンジン回転数及び要求負荷に基づいて運転領域を判定する運転領域判定部21と、運転領域判定部21が火花点火領域と判定したとき、点火タイミング等の火花点火燃焼を制御する火花点火燃焼制御部22と、運転領域判定部21が自己着火領域と判定したとき、圧縮自己着火燃焼を制御する圧縮自己着火燃焼制御部23とを備えている。エンジン回転数及び要求負荷による運転領域の判定は、図10を参照して、後述される。

【0028】本発明に特徴的な構成要素である圧縮自己着火燃焼制御部23は、筒内圧センサ（燃焼指標として筒内気柱振動を検出する場合にはノックセンサを含む）13が検出した筒内圧力信号に基づいて、燃焼の速度または時期を表す指標である、筒内圧力上昇率、筒内圧力の最大値、筒内圧力が最大値をとる時期、或いは、筒内圧力の振動振幅値を算出する燃焼指標算出部24と、この燃焼指標算出部24の算出結果に基づいて、1回目の燃料噴射時期 $I/T1$ 、1回目の燃料噴射量 $Pw1$ 、2回目の燃料噴射時期 $I/T2$ 、及び2回目の燃料噴射量 $Pw2$ を制御する燃料噴射制御部25とを備えている。

【0029】ここで、2回目の燃料噴射は、圧縮行程中に行われるものであり、1回目の燃料噴射は、排気行程終了後から2回目の燃料噴射に至るまでに行われるものとする。図2は、2回の燃料噴射の時期及び噴射量の例を示すタイムチャートであり、燃料噴射弁7の噴射パルス波形として示されている。

【0030】図2において、吸気行程中に行われる1回目の燃料噴射時期 $I/T1$ 及び1回目の燃料噴射量 $Pw1$ 、圧縮行程中に行われる2回目の燃料噴射時期 $I/T2$ 及び2回目の燃料噴射量 $Pw2$ が示されている。以下の説明では、燃料噴射量は、燃料噴射パルスのパルス幅で制御されるものとする。

【0031】本実施形態の動作を説明する前に、まず、

本発明が狙いとする燃焼の形態について説明する。自己着火エンジンの狙いである低燃費・超希薄燃焼のためには、通常スロットルを全開にしてポンピングロスを無くすとともに、吸入空気量を最大に保つことが重要である。この状態でエンジンの負荷（出力トルク）を変化させるには、燃料の供給量をコントロールすることになる。

【0032】この時、負荷を高めようとして燃料量を増やしていくと、熱発生総量が増大する。さらに、空燃比が低下して燃料と空気の化学反応速度が増大することにより、燃焼期間が短縮するのみでなく、熱発生開始時期が進角する。

【0033】図3(a)は、負荷を増大するに伴って増大する筒内圧力変化、図3(b)は同クランク角度当たりの発熱量 $dQ/d\theta$ をそれぞれクランク角度に対してグラフ化したものである。

【0034】これら熱発生総量増大、燃焼期間短縮、熱発生開始時期進角の3者の相乗作用により、負荷の増大に伴って筒内圧上昇率の最大値と最大筒内圧力が増大する。このため、搭載車両の性格に基づく燃焼加振騒音の許容レベル、または機関本体の機械的強度によって、自己着火運転の負荷上限が決定されることになる。また、筒内圧上昇率の上昇に伴い、ノッキング様の筒内気柱振動が発生し、上記燃焼加振騒音をさらに高める場合がある。

【0035】これら現象を緩和するための1方策として、熱発生時期を負荷とは無関係に制御する方法が考えられる。

【0036】このためには、ほぼ均質で比較的希薄な混合気中に一部濃混合気を層状に形成し、この濃混合気の自己着火燃焼である1段目の燃焼により比較的希薄な混合気を圧縮し自己着火に至らしめ2段目の燃焼をさせる方法がある。以下この燃焼方法を2段燃焼と呼ぶことにする。

【0037】図4(a)は、2段燃焼を行った場合の筒内圧力変化を示すグラフであり、図4(b)は、2段燃焼の模式図である。

【0038】濃混合気の1段目燃焼は、最も筒内温度が高くなるTDC付近で自己着火により発生させることが最も容易であるため、この方法によれば、それに続く比較的希薄な混合気の2段目燃焼をTDC後に発生させることができる。

【0039】次に、この燃焼形態を実現しようとしたときの問題点を説明する。

【0040】図5は、この方法を実際に実験した結果を示すグラフである。横軸はクランク軸角度、縦軸は筒内圧力であり、図中には6燃焼サイクル分が重ねて表示されている。

【0041】クランク角約 360° から始まる1段目燃焼、その後約 370° 前後にピークとなる2段目燃焼

(主燃焼)ともに進角方向または遅角方向に一方向的にドリフトし、定常的に安定した2段燃焼を実現することができない。

【0042】この原因は、以下の正のフィードバックループが働き、外乱による変化を更に増幅するような動作となるからである。

【0043】(1)何らかの原因で1段目燃焼時期が早く(遅く)なる。

【0044】(2)ピストンによる圧縮との相乗作用で未燃混合気温度が上昇(低下)する。

【0045】(3)2段目燃焼の時期が早く(遅く)なる。

【0046】(4)筒内温度が上昇(低下)する。

【0047】(5)燃焼室壁温、シリンダ壁温が上昇(低下)する。

【0048】(6)吸気温度が上昇(低下)する。

【0049】(7)1段目燃焼時期が早く(遅く)なる。

【0050】本発明はこの問題を、燃焼速度に関する情報をセンサにより検出し、この検出結果を混合気の成層状態にフィードバック制御することにより解決するものである。

【0051】次に作用を説明する。まず、図6に基づき、部分負荷時のエンジンの作動をエンジンの行程毎に説明する。

【0052】部分負荷時には、図6(b)に示す吸気行程、または圧縮行程において筒内に第1回目のガソリン噴射を行う。この第1回目の噴射時期はほぼ均質な混合気を筒内に形成するためのものである。均質な混合気を形成するためには吸気行程に燃料噴射を行うのが通常であるが、ピストンやシリンダ壁への燃料付着を避けるために圧縮行程に燃料を噴射する場合もあり得る。

【0053】さらに第2回目の燃料噴射を図6(d)に示す圧縮行程中に行う。この2回目に噴射された燃料は1回目の燃料噴射で形成されたほぼ均質な混合気の上に重なる形でさらに濃い混合気を形成する。

【0054】この濃い混合気の体積は、主として第2回目の燃料噴射時期で決まる。すなわち第2回目の燃料噴射時期が早い場合には、圧縮上死点付近までにある程度の大きさに拡散し濃い混合気の体積は大きくなる。逆に第2回目の燃料噴射時期が遅い場合には圧縮上死点付近までに拡散する半径が小さく、濃い混合気の体積は小さくなる。

【0055】濃い混合気の空燃比は、第1回目の燃料噴射量、第2回目の燃料噴射量、第2回目の燃料噴射時期、の3者によって決まる。濃い混合気の自己着火燃焼つまり1段目燃焼の燃焼時期は濃い混合気空燃比によって決まる。1段目燃焼の熱発生量は、濃い混合気の当量比と体積の積により決まる。

【0056】以上示したように、1段目燃焼の熱発生量

・熱発生時期ともに2度の燃料噴射の時期と量で第1義的には決まることがわかる。この概念を図7に示す。

【0057】図7において、横軸は、シリンダ直径方向である燃焼室内での水平座標、縦軸は、当量比である。同図は、第1回目の燃料噴射で形成された筒内均一な希薄混合気空燃比に加えて、筒内中心部に第2回目燃料噴射による濃混合気領域が形成されていることを示している。

【0058】しかし、先に述べた理由により、オープンループ制御では、この1段目燃焼の熱発生時期を安定させることはできない。そこで、1段目燃焼の時期につれて移動する2段目燃焼(主燃焼)の時期で決定される筒内圧の指標、すなわち(1)筒内圧力上昇率の最大値、(2)最大筒内圧力、(3)筒内圧力が最大となる時期、(4)筒内気柱振動振幅のいずれかを使用して、濃混合気空燃比またはボリュウムを制御する、すなわち(1)第1回目燃料噴射時期、(2)第1回目燃料噴射量、(3)第2回目燃料噴射量、(4)第2回目燃料噴射時期のいずれかを燃焼パラメータとして制御することが有効となる。

【0059】図8は、ECU20における燃焼パラメータ制御の流れを示すフローチャートである。図8において、まず、エンジン回転数と、要求負荷(例えばアクセル開度信号として得られる)とを読み込み(ステップS10)、エンジン回転数と要求負荷で圧縮自己着火燃焼領域か否かを判定する(ステップS12)。圧縮自己着火燃焼領域でなければ、従来と同様の火花点火燃焼制御を行い(ステップS14)、リターンする。

【0060】S12の判定で、圧縮自己着火燃焼領域であれば、次いで、後述するフィードバック制御対象運転領域か否かをエンジン回転数と要求負荷から判定する(ステップS16)。

【0061】もし制御範囲外であれば(S16の判定がNo)、2回の燃料噴射パルスの時期と幅は、ECU内に記録されたテーブルの値を使用して(ステップS18)、リターンする。

【0062】もし制御範囲内であれば(S16の判定がYes)、燃料噴射パルスの時期と幅は、ECU内に記録されたテーブルの値読み出して初期値とし(ステップS20)、以下の制御を行う。

【0063】図中Xは制御対象であり、(1)Pw1(第1回目噴射の噴射パルス幅)、(2)I/T1(第1回目噴射の時期)、(3)Pw2(第2回目噴射の噴射パルス幅)、(4)I/T2(第2回目噴射の時期)のいずれかである。

【0064】図中Yは筒内圧センサまたはノックセンサの検出信号に基づいて算出される項目であり、燃焼の速度または時期を表す燃焼指標である。すなわち、(1)筒内圧力上昇率の最大値： $dP/d\theta_{max}$ 、(2)筒内圧力の最大値： P_{max} 、(3) P_{max} をとるクラ

ンク角度： θP_{max} 、(4)筒内気柱振動振幅のうちのいずれかである。

【0065】次いで、筒内圧センサ13より筒内圧信号を読み込み(ステップS22)、燃焼指標Yを算出し(ステップS24)、Yは制御範囲か否かを判定する(ステップS26)。Yが制御範囲でなければ再度筒内圧を検出するためS22へ戻る。

【0066】Yが制御範囲であれば、これらの制御目標値をECU内のテーブルから読み込み Y_t とし(ステップS28)、そしてYと Y_t の乖離量に比例した X_{new} を計算し(ステップS30)、 X_{new} でXを更新する(ステップS32)。尚、 X_{new} を計算する際の α は、フィードバック係数である。Xを変化させる方向はYおよびXの選択により異なり、図9を用いて後述される。

【0067】次いで、再度エンジン回転数と要求負荷とを読み込み(ステップS34)、フードバック制御対象運転領域か否かを判定し(ステップS36)、フードバック制御対象運転領域内であれば、フィードバック制御を続けるためにステップS22へ移る。フードバック制御対象運転領域外であれば、フードバックループから抜けるためにリターンする。

【0068】図9は、燃焼指標Yとして検出される検出項目の状態により、制御対象であるXをどの方向に動かすかをまとめた表である。Y、及びXの定義は、先に説明した図8の場合と同様である。図9に示す表に従って、フィードバック制御を行うことにより燃焼時期を安定的に制御することができる。

【0069】図10は、火花点火運転領域と、自己着火運転領域、及び自己着火運転領域中のオープン制御域とフィードバック制御を行う運転領域を示している。燃焼開始時期が過早となる問題が生じるのは主として自己着火の高負荷領域であることから、この付近のみをフィードバック制御し、他はオープン制御として、ECUの負荷を減らした例である。

【0070】以下、燃焼指標Y及び制御対象Xのそれぞれの選択についての得失を述べる。まず燃焼の速度または時期を表す燃焼指標としての検出項目について述べる。

【0071】筒内圧力の上昇率を検出し混合気の成層状態にフィードバックする場合は、自己着火運転を高負荷域で使用する際に問題となる燃焼加振騒音を抑制しながら自己着火運転範囲を高負荷化できる。

【0072】筒内圧の最大値を検出し混合気の成層状態にフィードバックする場合は、エンジンの機械的強度から決まる最大許容筒内圧力以下に圧力を抑制しながら、自己着火運転範囲を高負荷化できる。

【0073】筒内圧が最大値をとる時期を検出し混合気の成層状態にフィードバックする場合は、圧力センサのドリフトや感覚変化等の経時変化があっても悪影響が発

生しない。また、センサの線形性等の要求性能が低くなりコストを抑制できる。

【0074】燃焼室内気柱振の強さを混合気の成層状態にフィードバックする場合は、自己着火運転を高負荷域で使用する際に聴感上問題となる燃焼室内気柱振動音(ノッキング音)を抑制しながら、自己着火運転範囲を高負荷化できる。また、筒内圧センサに比べて安価なノックセンサを使用することが可能となる。

【0075】次に制御対象であるフィードバック先噴射弁駆動項目について述べる。まず、2度の燃料噴射における燃料噴射量と燃料噴射時期が、1段目燃焼のための濃混合気に与える影響を図11及び図12に図示する。

【0076】図11(a)は、第2回目燃料噴射量を増大したときの混合気分布の変化を示す。第2回目燃料噴射量を増大すると濃混合気の当量比がリッチ化する。2回目の燃料噴射量を制御する場合、濃混合気の当量比すなわち1段目熱発生時期と熱発生量の両方を増減させることができるため、2段目熱発生時期への影響力が大きく燃焼の安定度も最も高くできる。しかしながら2度目の燃料噴射量が多くなると NO_x とすすの排出が多くなる場合がある。

【0077】図11(b)は、第2回目燃料噴射時期を遅延したときの混合気分布の変化を示すものである。第2回目燃料噴射時期が遅れるほど濃混合気の領域が狭くなるとともに濃混合気の当量比がリッチ化され、1段目燃焼時期が進角する。2回目の燃料噴射時期を制御する場合、2回目の燃料噴射量は一定であるため制御状態により排出 NO_x が変化することは少ない。しかしながら1段目熱発生量はほぼ固定であるためフィードバックによる燃焼安定化作用は小さくなる。

【0078】図12(a)は、第1回目燃料噴射量を増大したときの混合気分布の変化を示すものである。第1回目燃料噴射量が増大すれば希薄混合気及び濃混合気の当量比がリッチ化し、1段目燃焼時期および2段目燃焼時期が進角する。1回目の燃料噴射量を制御する場合、制御中に混合気の成層度合いが変化することが無く排出 NO_x の悪化を最小限にとどめることができる。しかしながら、供給燃料の大部分は第1回目噴射により占められているため、負荷が変化する過渡運転時には適用できない。

【0079】図12(b)は、第1回目燃料噴射時期を遅延したときの混合気分布の変化を示すものである。第1回目燃料噴射時期が遅れるほど希薄混合気及び濃混合気の当量比がリッチ化し、1段目燃焼時期および2段目燃焼時期が進角する。1回目の燃料噴射時期を制御する場合、制御中に局所的に濃い混合気が形成されにくく、排出 NO_x の悪化が小さい。しかしながら1段目燃焼のための混合気の混合比の変化幅は小さく、フィードバックによる燃焼安定化作用は小さくなる。

【0080】また、1回目の燃料噴射量と2回目の燃料

噴射量の合計を機関負荷に応じて一定とした場合、定常運転時のフィードバック制御中、軸トルクの変動を少なくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態の構成を示すシステム構成図である。

【図2】実施形態における制御対象の燃料噴射タイミング及び燃料噴射量を燃料噴射弁駆動信号で示した図である。

【図3】(a) 均質混合気の自己着火燃焼の特性を示す筒内圧力グラフ、及び (b) 均質混合気の自己着火燃焼の特性を示す熱発生率 $dQ/d\theta$ グラフである。

【図4】2段燃焼の概念図である。

【図5】オープン制御の場合の圧縮自己着火燃焼の不安定現象説明図である。

【図6】実施形態における4サイクル行程の概要を示す筒内模式図である。

【図7】2回の燃料噴射による形成される混合気の形態を示す図である。

【図8】実施形態における燃料噴射の制御アルゴリズムである。

【図9】各種の燃焼指標による燃料噴射信号の制御方向である。

【図10】実施形態における燃焼形態とフィードバック制御域を示す図である。

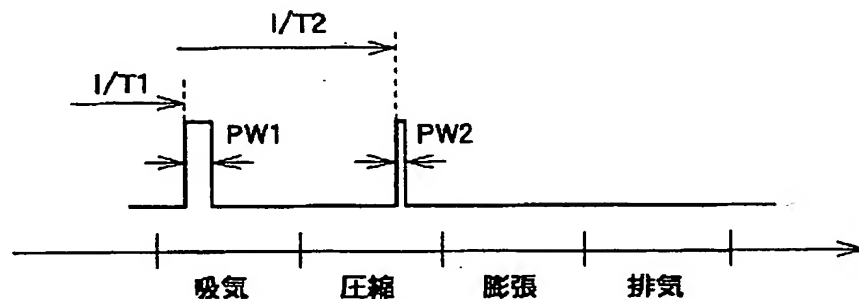
【図11】実施形態における2回目の燃料噴射信号が混合気分布に与える影響を示す図である。

【図12】実施形態における1回目の燃料噴射信号が混合気分布に与える影響を示す図である。

【符号の説明】

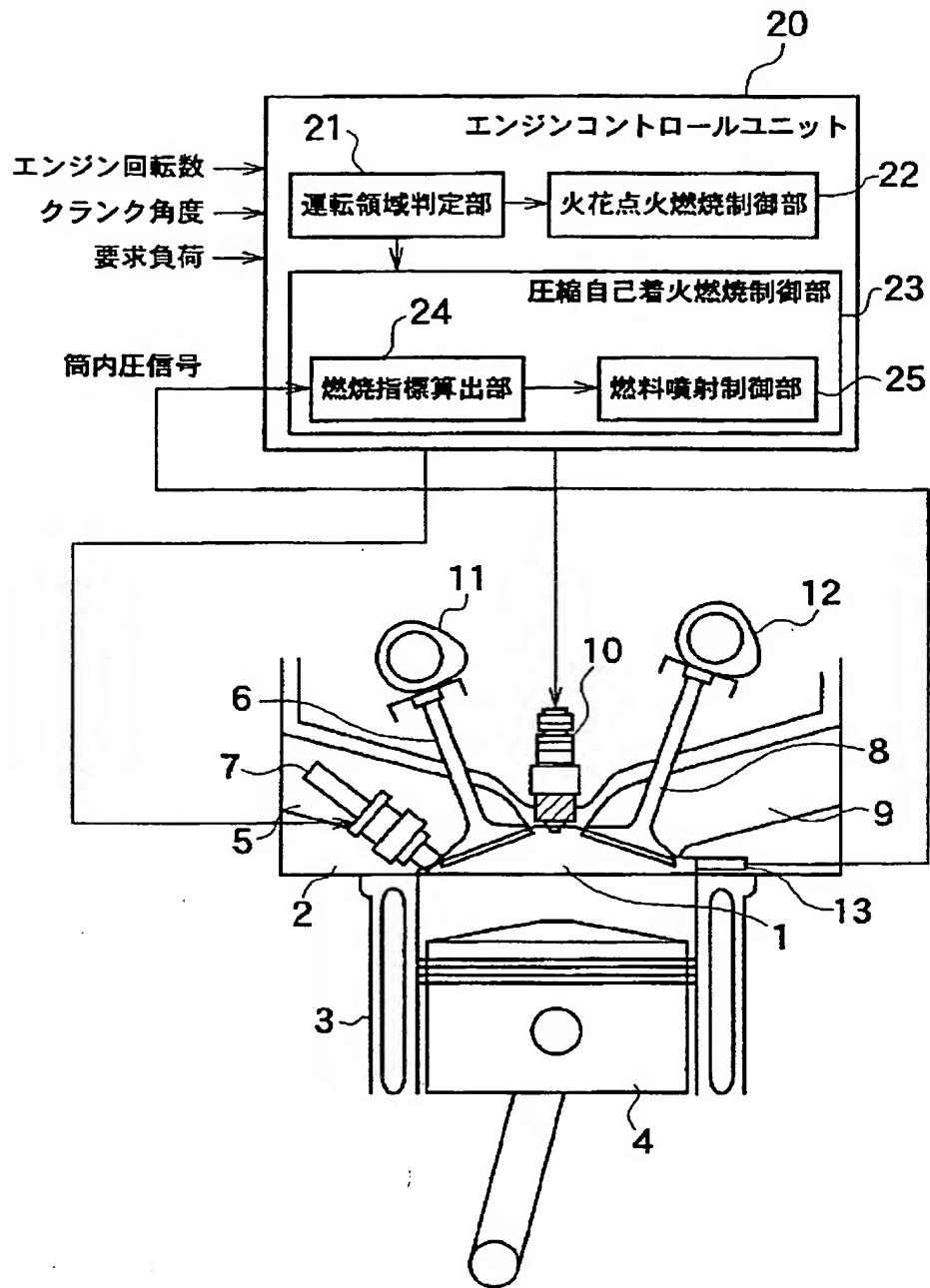
- 1 燃焼室
- 2 シリンダヘッド
- 3 シリンダブロック
- 4 ピストン
- 5 吸気ポート
- 6 吸気バルブ
- 7 燃料噴射弁
- 8 排気バルブ
- 9 排気ポート
- 10 点火プラグ
- 11 吸気カム
- 12 排気カム
- 13 筒内圧センサまたはノックセンサ
- 20 エンジンコントロールユニット
- 21 運転領域判定部
- 22 火花点火燃焼制御部
- 23 圧縮自己着火燃焼制御部
- 24 燃焼指標算出部
- 25 燃料噴射制御部

【図2】

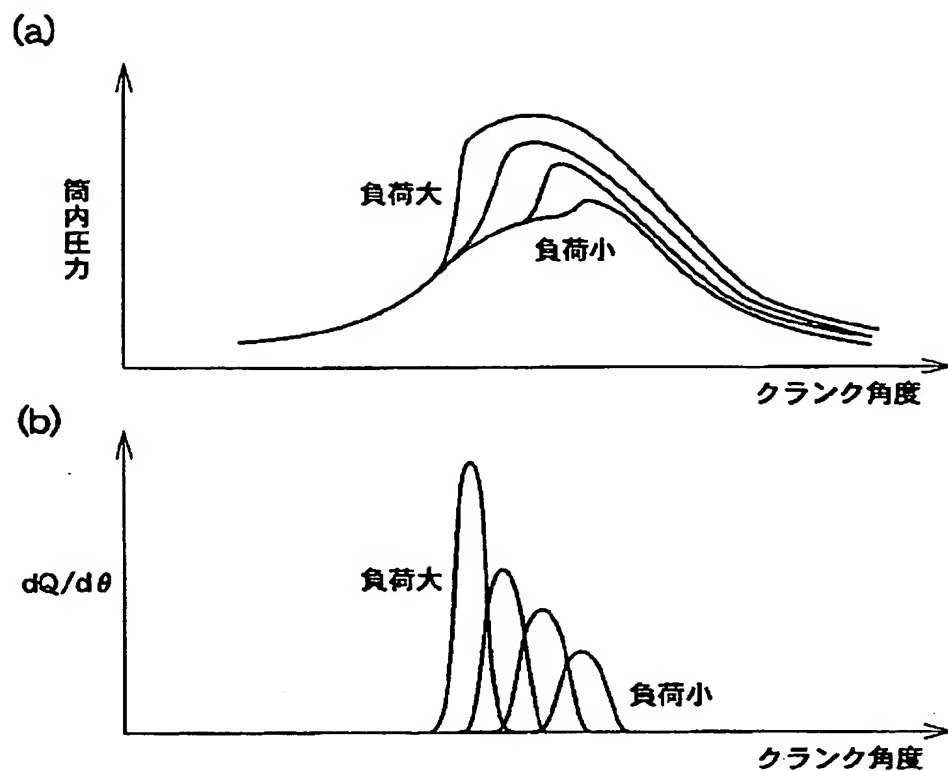


本発明の燃料噴射時期

【図1】

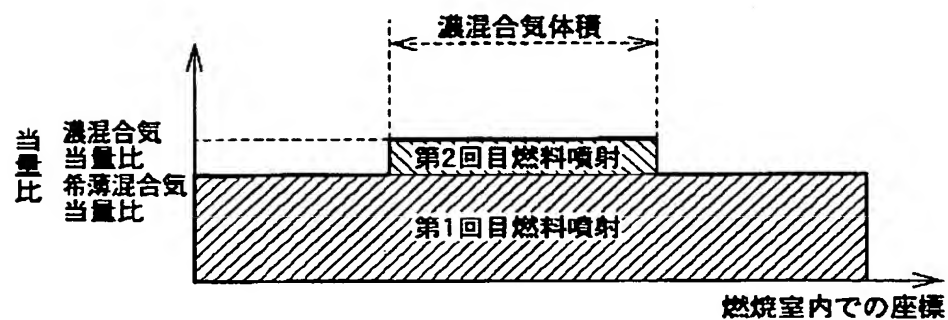


【図3】



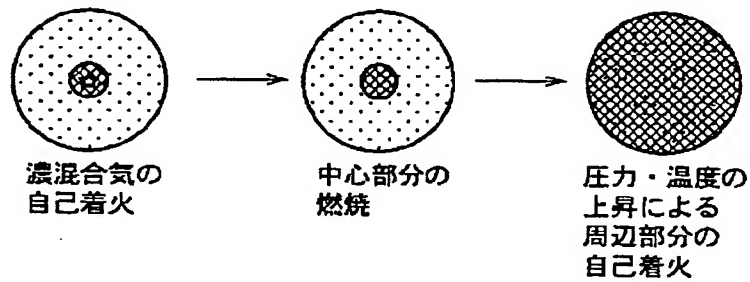
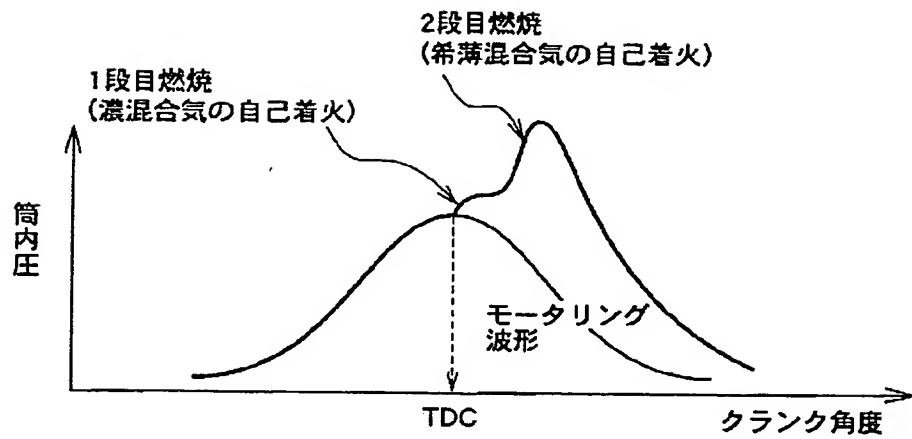
均質混合気自己着火燃焼の特性

【図7】



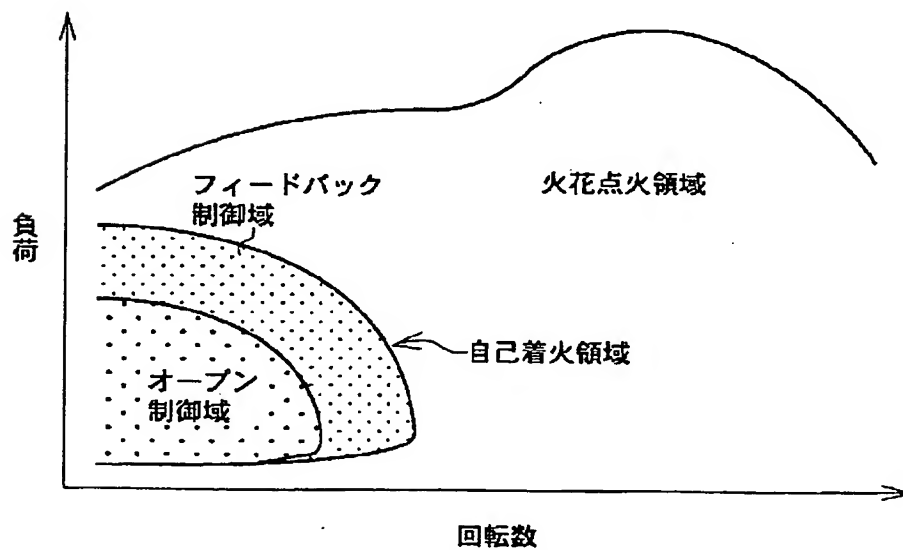
燃料噴射と混合気形成の関係

【図4】



混合気成層化による主燃焼時期の制御

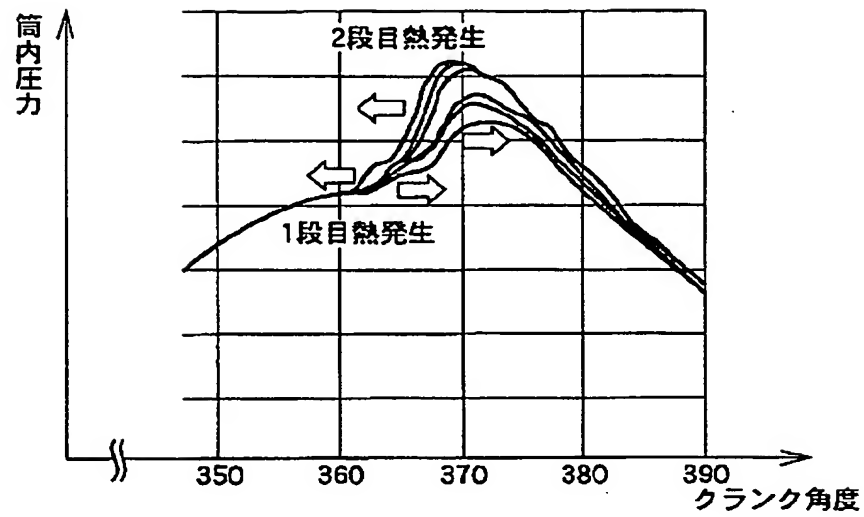
【図10】



燃焼形態とフィードバック制御域

【図5】

(a)



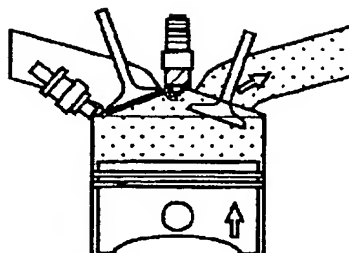
(b)

- ・ 1段目燃焼早い
- ・ 筒内温度上昇
- ・ 2段目燃焼早い
- ・ 筒内温度上昇
- ・ 壁温上昇
- ・ 吸気温上昇

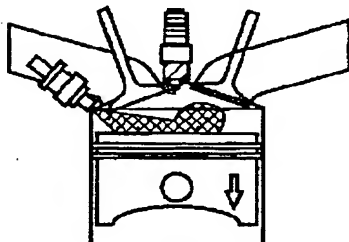
混合気成層化による主燃料時期の制御を行う際に固有の燃焼時期の不安定現象

【図6】

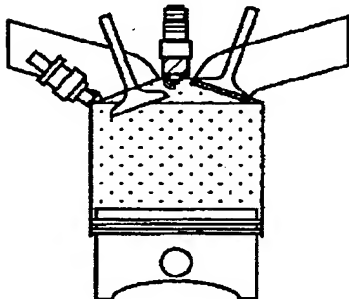
(a) 排気行程



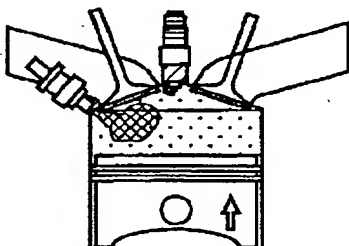
(b) 吸気行程



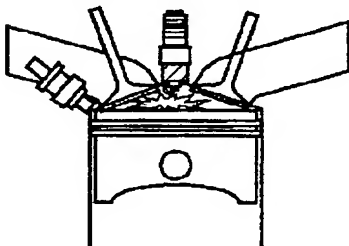
(c) 吸気行程終了時



(d) 圧縮行程

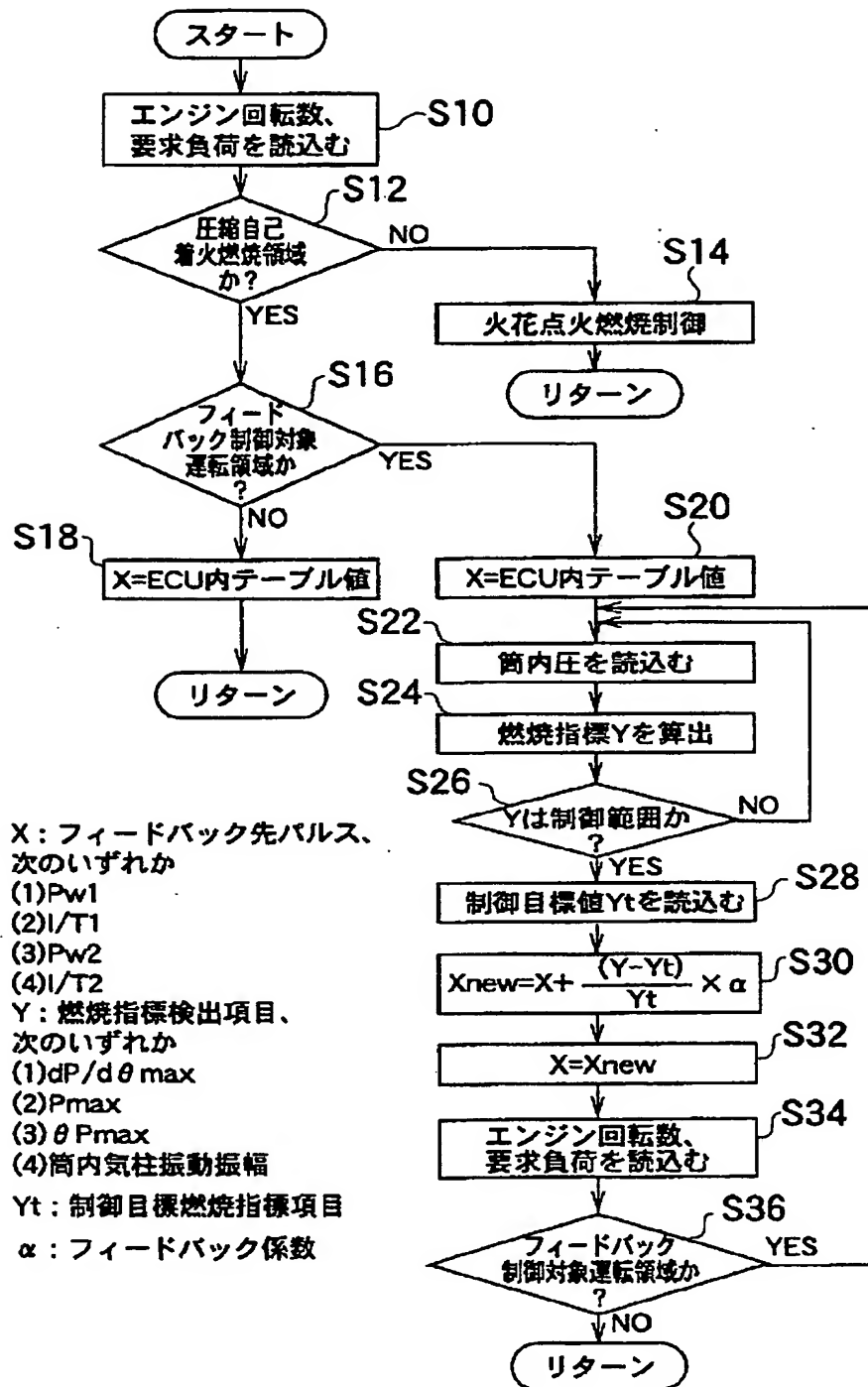


(e) 圧縮TDC付近



部分負荷時の動作

【図8】

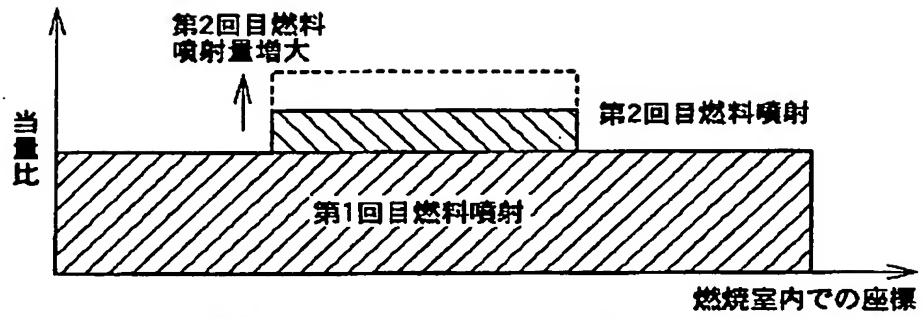


【図9】

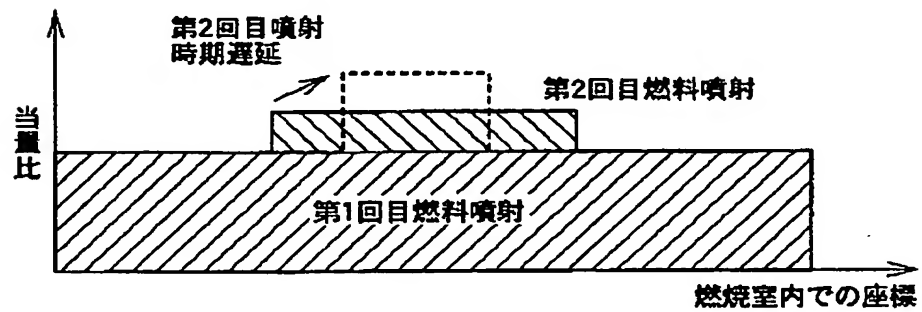
フィード バック先 検出項目	(1)Pw1	(2)I/T1	(3)Pw2	(4)I/T2
(1) dp/d θ maxが 目標より大	小さくする	早くする	小さくする	早くする
(2) Pmaxが 目標より大	小さくする	早くする	小さくする	早くする
(3) θ Pmaxが 目標より早	小さくする	早くする	小さくする	早くする
(4) 筒内気柱振動振幅 が目標より大	小さくする	早くする	小さくする	早くする

筒内圧検出項目に対する燃焼噴射信号の制御方向

【図11】

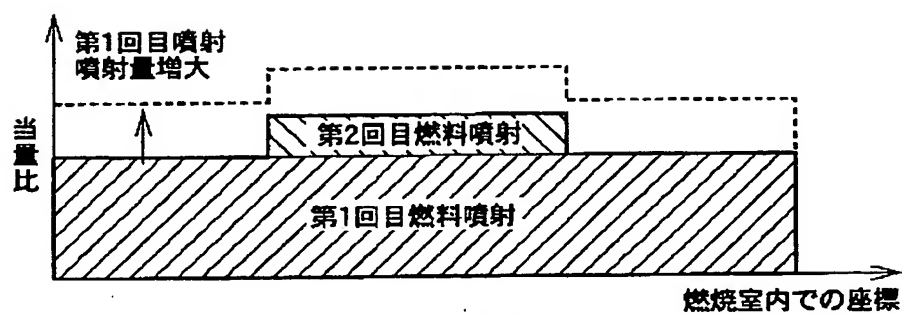


(a)第2回目燃料噴射量を増大したときの混合気分布の変化

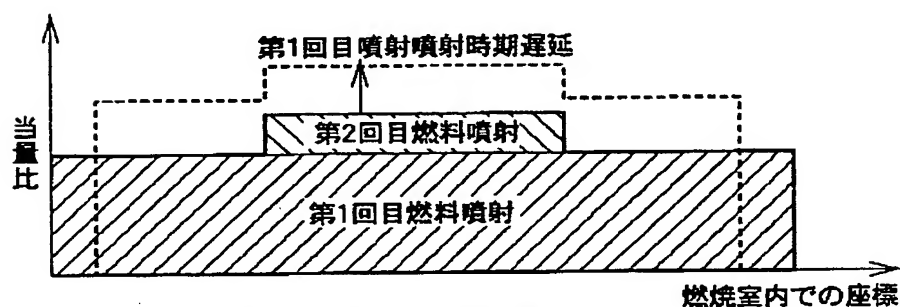


(b)第2回目燃料噴射時期を遅延したときの混合気分布の変化

【図12】



(a)第1回目燃料噴射量を増大したときの混合気分布の変化



(b)第1回目燃料噴射時期を遅延したときの混合気分布の変化

フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターマコード (参考)
F 0 2 D 41/34		F 0 2 D 41/34	F
45/00	3 4 5	45/00	3 4 5 B
	3 6 8		3 6 8 A
			3 6 8 S

(72)発明者 平谷 康治
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
 自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G023 AA00 AA01 AA05 AA06 AB01
AB05 AC04 AD03 AG01
3G084 AA01 AA04 BA09 BA13 BA15
CA05 DA02 DA10 DA11 DA38
EA04 EB09 EB11 EB24 EC02
FA10 FA18 FA21 FA25 FA33
FA38
3G301 HA01 HA02 HA16 JA02 JA04
JA21 JA22 JA24 JA25 KA21
MA01 MA11 MA19 MA23 MA26
MA27 NC02 NC08 ND01 NE06
NE11 NE13 NE17 PA17Z
PC01Z PC08Z PE01Z PE03Z
PF03Z

THIS PAGE BLANK (USPTO)